УДК 62-501.72

И.Э. ЛИПКОВИЧ, Н.В. ПЕТРЕНКО

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ КАК ЧЕЛОВЕКОМАШИННЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются вопросы организации человекомашинных систем с целью повышения производительности уборочных агрегатов. Получены рациональные режимы работы оператора.
Ключевые слова: *уборка зерновых, человекомашинная система, производительность зерноуборочных агрегатов.*

Уборка зерновых колосовых является одним из наиболее трудоемких процессов, в котором занято огромное количество мобильных агрегатов, транспортных средств, стационарного оборудования, а также колоссальные трудовые ресурсы [1].

Важнейшим организационным резервом роста производительности зерноуборочных агрегатов как человекомашинных систем (ЧМС) является рациональное использование рабочего времени. Проведенные массовые хронометражные наблюдения показывают, что внутрисменные потери рабочего времени на уборке зерновых колосовых достигают 25-30%. Во многих хозяйствах не уделяется должного внимания внедрению сменной работы [2].

Дальнейший рост объемов и повышение производительности зерноуборочных агрегатов как ЧМС во многом зависит от внедрения рациональных режимов труда, применение которых позволит улучшить использование техники и трудовых ресурсов, сократить длительность выполнения полевых работ, снизить потери урожая, повысить в целом рентабельность зернового производства. Применение рациональных режимов работ на уборке зерновых колосовых является одним из важнейших факторов повышения эффективности использования ЧМС и создания благоприятных условий для механизаторов в самый тяжёлый и энергонапряжённый период полевых работ.

Влиянию режима работы на повышение производительности зерноуборочных агрегатов посвящены исследования ГОСНИТИ, ВНИПТИМЭСХ, ВНИИ охраны труда и др. Режим работы определяет уровень и интенсивность адаптации человека-оператора, его утомляемость, работоспособность, его технологическую надежность, следовательно, надежность всей ЧМС как в рамках элемента отдельного агрегата, так и организационной системы в целом.

Основная цель изучения режимов работы — получить некоторые основополагающие сведения, которыми можно руководствоваться при изменениях графиков работы, и в то же время показать, к каким осложнениям может привести использование произвольно составленных графиков на производительность зерноуборочных агрегатов как ЧМС.

Исследования отчетливо показывают зависимость биологической активности и производительности труда от времени дня. Они продемонстрировали, что у человека имеется внутренняя биологическая система хронометрирования [3], продолжительность естественного цикла этого

внутреннего хронометра, обычно называемого эндогенными часами или осциллятором, составляет около 24 ч [4]. В обычных условиях эти часы устанавливаются в исходное положение на суточной основе, так что продолжительность цикла у них составляет точно 24 ч, поэтому их называют околосуточной, или циркадианной системой.

При анализе динамики работоспособности нужно иметь в виду, что показатель производительности труда, являющийся критерием оценки уровня работоспособности, зависит не только от физиологических и психологических факторов, но и от организационных факторов. Необходимо учитывать, что перерывы в работе из-за неисправностей комбайнов, ожидания машин для выгрузки и по другим различным, независимым от оператора причинам нарушают ритм физиологических функций, привычных для организма, возбуждают нервную систему; комбайнер быстрее устаёт и с устранением простоя опять ему нужно время для вхождения в работу, причем более длительное, чем при нормальных условиях труда. Производительность зерноуборочных агрегатов как ЧМС зависит не только от ранее разработанных организационных критериев ВНИПТИМЭСХ, но и от выбора рационального режима труда, соответствующего изменению динамики работоспособности оператора.

Анализ литературных источников показывает, что возможны два типа графиков изменения работоспособности оператора в течение смены (рис.1 и 2).

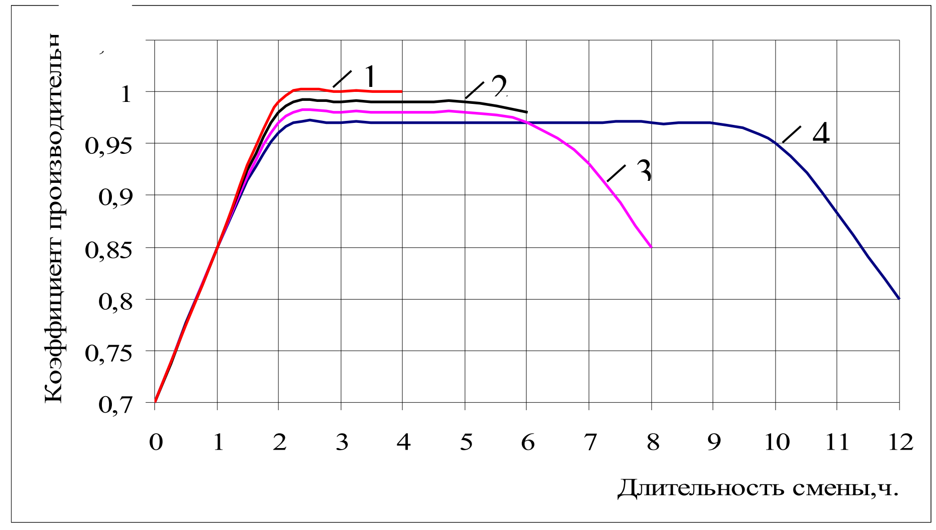


Рис.1. График изменения коэффициента производительности при различных режимах работы: 1 – четырёхчасовом; 2 – шестичасовом; 3 – восьмичасовом; 4 – двенадцатичасовом

При построении графиков, представленных на рис.1, мы опирались на работы Х. Вернон, А.П. Бружеса, В.С. Раевского. Эти авторы считают, что уровень установившейся максимальной производительности после перерывов на отдых остаётся прежним.

При построении второго типа графика производительности мы опирались на исследования Загрядского В.П., Егорова А.С., Косилова С.А., Громова М.Н., которые считают, что изменение динамики работоспособности операторов в течение рабочего дня представляет собой кривую линию,

прерываемую обеденным перерывом, после которого уровень максимальной производительности не достигает дообеденной.

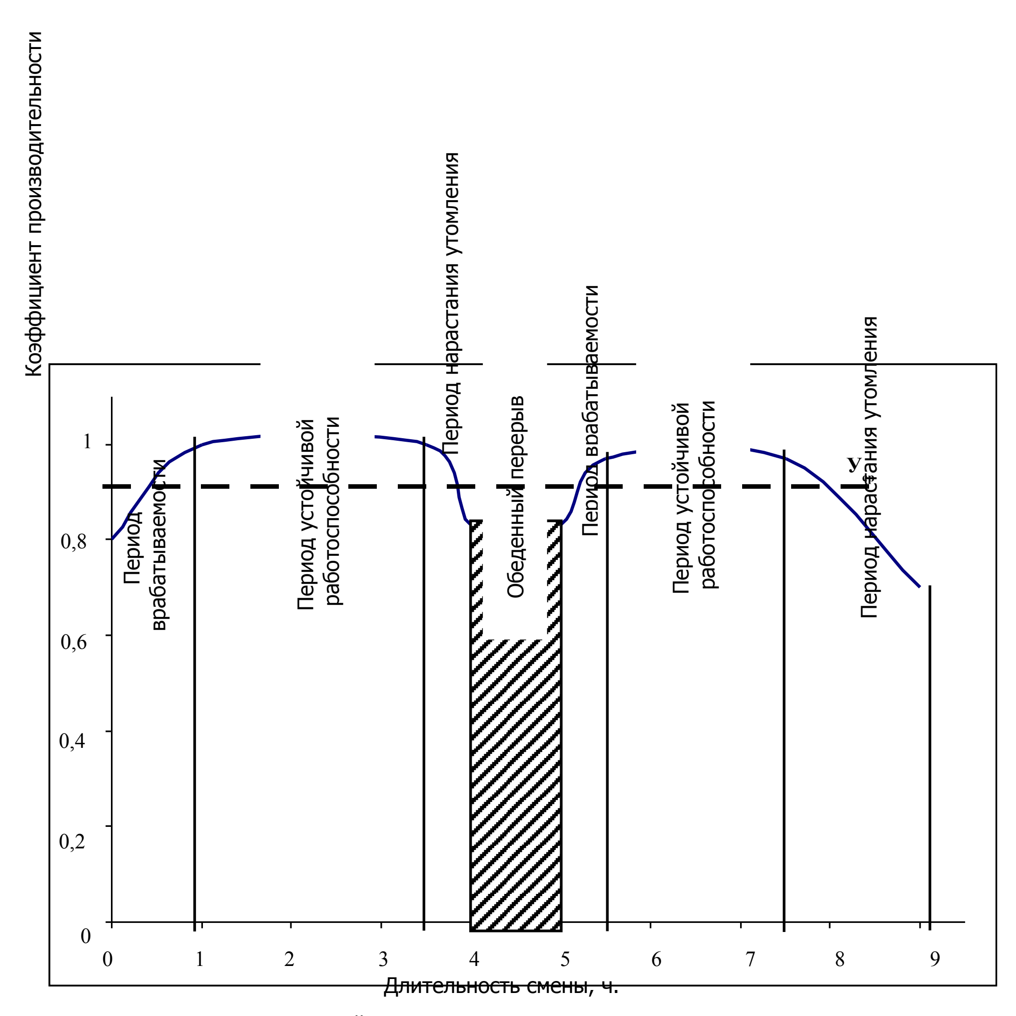


Рис.2. Примерный график изменения работоспособности ЧМС на протяжении 8-часовой рабочей смены

Определим среднее значение коэффициента производительности ЧМС для графика, представленного на рис.2:

$$У_{ср} = \frac{\frac{\int_{t_0}^{t_1} ydt}{t_0 - t_1} + \frac{\int_{t_1}^{t_2} ydt}{t_2 - t_1} + \frac{\int_{t_2}^{t_3} ydt}{t_3 - t_2} + \frac{\int_{t_4}^{t_5} ydt}{t_5 - t_4} + \frac{\int_{t_5}^{t_6} ydt}{t_6 - t_5} + \frac{\int_{t_6}^{t_7} ydt}{t_7 - t_6}}{t_3 - t_0 + t_7 - t_4}, \quad (1)$$

где $У_{ср}$ – среднее значение коэффициента производительности ЧМС; t – длительность смены; y – текущий коэффициент производительности ЧМС.

Подставляя значения из примерного графика изменения работоспособности ЧМС на протяжении 8-часовой рабочей смены в формулу (1),

получим, что $У_{ср}$=0,88. При организации работ необходимо так выбирать её режим, чтобы приблизить значение данного коэффициента к единице в максимальной степени и постараться выпрямить "кривую" изменения работоспособности оператора. Нанесем полученное значение среднего коэффициента производительности на график, представленный на рис.2.

Из вышесказанного были составлены графики режимов работы уборочных агрегатов как ЧМС с учётом влияния физиологических особенностей операторов на изменение производительности в течение смены, которые предусматривают оптимальную продолжительность смены и внутрисменных перерывов, нормальную интенсивность труда; правильное чередование периодов трудовой деятельности с перерывами на отдых и принятие пищи; способствующее повышению суточной выработки операторов, сокращению сроков уборочных работ и потерь зерна, при сохранении приемлемого уровня затрат энергии оператором.

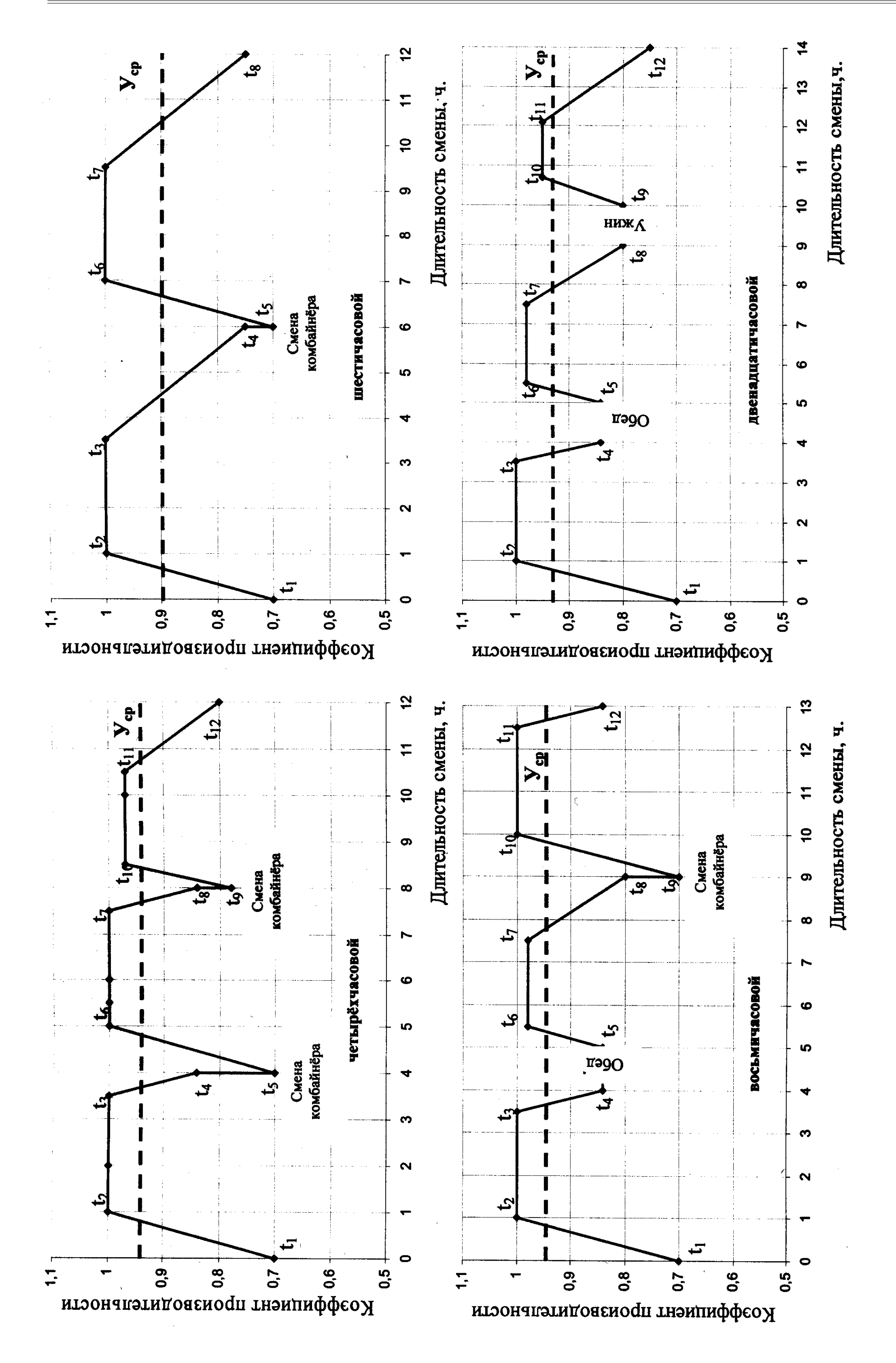


Рис.3. Графики изменения коэффициента производительности при различных режимах работ

Первый режим предусматривает смену комбайнеров через каждые четыре часа. На агрегате работают два механизатора последовательно, сменяясь через каждые четыре часа без перерывов.

Второй предусматривает смену комбайнеров через каждые шесть часов. На агрегате работают два механизатора последовательно, сменяясь через каждые шесть часов без перерывов.

Третий предусматривает работу в течение восьми часов с перерывом на приём пищи и кратковременный отдых в течение одного часа через четыре часа работы. После восьми часов работы первого оператора сменяет второй.

Четвертый предусматривает работу в течение двенадцати часов с двумя перерывами на приём пищи и кратковременный отдых в течение одного часа через четыре часа работы.

На рис.3 представлены графики изменения коэффициента $У_{ср}$ производительности рассматриваемых режимах работ и его среднее значение, определяемое по приведенным зависимостям.

Для четырехчасового, восьмичасового и двенадцатичасового режимов:

$$У_{ср} = \frac{1}{T}[\frac{y_1+y_2}{2}(t_2-t_1)+y_3\ (t_3-t_2)+\frac{y_3+y_4}{2}(t_4-t_3)+\frac{y_5+y_6}{2}(t_6-t_5)+y_7\ (t_7-t_6)+\frac{y_7+y_8}{2}(t_8-t_7)+\frac{y_9+y_{10}}{2}(t_{10}-t_9)+y_{11}\ (t_{11}-t_{10})+\frac{y_{11}+y_{12}}{2}(t_{12}-t_{11})]. \qquad (2)$$

Для шестичасового режима, поскольку оператор работает в двух сменном режиме, уравнение принимает вид:

$$У_{ср} = \frac{1}{T}[\frac{y_1+y_2}{2}(t_2-t_1)+y_3\ (t_3-t_2)+\frac{y_3+y_4}{2}(t_4-t_3)+\frac{y_5+y_6}{2}(t_6-t_5)+y_7\ (t_7-t_6)+\frac{y_7+y_8}{2}(t_8-t_7)]. \qquad (3)$$

Подставляя значения коэффициентов производительности и длительности работы из таблицы в формулы (2) и (3), получаем $У_{ср}$=0,94 для четырёхчасового, $У_{ср}$=0,89 для шестичасового, $У_{ср}$=0,95 для восьмичасового и $У_{ср}$=0,93 для двенадцатичасового. Нанесем полученные значения средних коэффициентов производительности на графики, представленные на рис.3.

Значения коэффициентов производительности (y) и длительности работы (t) для вычисления среднего коэффициента производительности ($У_{ср}$)

Для четырёхчасового режима												
t	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}
	0	1	3,5	4	4	5	7,5	8	8	8,5	10,5	12
y	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}
	0,7	1	1	0,84	0,7	1	1	0,84	0,78	0,97	0,97	0,8
Для шестичасового режима												
t	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	–	–	–	–
	0	1	3,5	6	6	7	9,5	12	–	–	–	–
y	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	–	–	–	–
	0,7	1	1	0,75	0,7	1	1	0,75	–	–	–	–

Окончание табл.

Для восьмичасового режима												
t	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}
	0	1	3,5	4	5	5,5	7,5	9	9	10	12,5	13
y	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}
	0,7	1	1	0,84	0,84	0,97	0,97	0,8	0,7	1	1	0,84
Для двенадцатичасового режима												
t	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}
	0	1	3,5	4	5	5,5	7,5	9	10	10,7	12,1	14
y	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}
	0,7	1	1	0,84	0,84	0,97	0,97	0,8	0,8	0,95	0,95	0,75

В рассматриваемых нами работах производительность труда определяли, опираясь только на теоретические предположения, не изучая изменения динамики работоспособности на практике. Однако важно не только рационально построить режим работы, но и предусмотреть возможность реализации его в течение всех суток. При этом должно учитываться, что наивысшая работоспособность бывает в утренние и дневные часы и наименьшая – в ночное время [5].

Рациональная организация сменного режима должна обеспечивать оптимальную продолжительность смены и внутрисменных перерывов с целью полного использования рабочего времени смены; восстановления работоспособности, нормальной интенсивности труда; правильное чередование периодов трудовой деятельности с перерывами на отдых и принятие пищи; время начала и конца рабочей смены, создающее наиболее благоприятные условия для труда и способствующее повышению производительности зерноуборочных агрегатов как ЧМС [6].

Выводы:

1. Количество режимов работ определяется не только физиологическими особенностями человека, но и организацией работы.
2. Производительность ЧМС не постоянна, она изменяется в зависимости от длительности работы оператора или применяемого режима.
3. Теоретически предпочтительным является восьмичасовой режим работы, так как при данном режиме коэффициент производительности наибольший $У_{ср}$=0,95.

Библиографический список

1. *Липкович И.Э.* Человекомашинные системы в агроинженерной сфере растениеводства: механико-эргономические основы создания и функционирования./ И.Э. Липкович. – Ростов н/Д: ООО «Терра», 2004. – 612с.
2. Рекомендации по совершенствованию организации основных трудовых процессов при производстве

зерновых /колосовых/ в колхозах и совхозах Краснодарского края. – Краснодар, 1973. – 142 с.
3. Человеческий фактор: в 6 т.; под ред. Г. Салвенди; пер. с англ. под общей ред. В.И. Зинченко и В.М. Мунипова. – М.: Мир, 1991.
4. *Wever R.A.* The circadian system of man. Berlin: Springer-Verlag, 1979.
5. *Здоровцов А.И.* Научная организация и нормирование труда на сельскохозяйственных предприятиях / А.И. Здоровцов, И.К. Ищенко, А.В. Шкилев. – М.: Колос. 1979. – 346 с.
6. *Курбатов И.Д.* Организация труда в условиях высокомеханизированного сельскохозяйственного производства / И.Д. Курбатов. – М.: Экономика, 1975.

Материал поступил в редакцию 09.06.08.

I.E. LIPKOVICH AND N.V. PETRENKO ARTICLE

TRAIN HARVESTING UNIT PRODUCTIVITY AS MAN-MACHINE SYSTEM

The problem of grain harvesting unit productivity as MMS is dealt with the method of rational labor regime introduction. The plot of productivity coefficient change are made up by different operating conditions of personnel. The plots consider the influence of man factor on changing of the grain harvesting unit productivity as MMS.

Липкович Игорь Эдуардович, доцент кафедры БТПиП, доктор технических наук. Окончил АЧИМСХ (1987).
Сфера интересов: безопасность жизнедеятельности.
Автор более 30 научных работ.

Петренко Надежда Владимировна, аспирантка кафедры БТПиП. Окончила АЧГАА (2005).
Автор 4 научных работ.